

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2005 年 7 月 28 日 (28.07.2005)

PCT

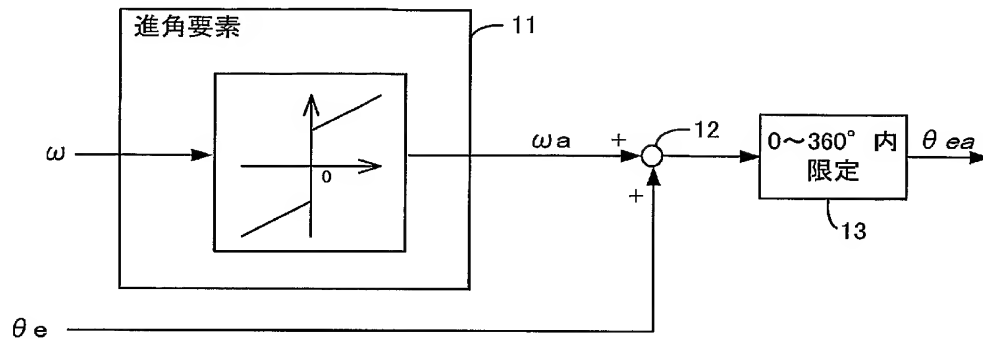
(10) 国際公開番号
WO 2005/069475 A1

- (51) 国際特許分類: H02P 5/00, B62D 6/00 (72) 発明者; および
(21) 国際出願番号: PCT/JP2004/019661 (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): タ カオミン (TA, Caominh) [VN/JP]; 〒3710845 群馬県前橋市鳥羽町 7 8 番地 NSKステアリングシステムズ株式会社内 Gunma (JP). 小林 秀行 (KOBAYASHI, Hideyuki) [JP/JP]; 〒3710845 群馬県前橋市鳥羽町 7 8 番地 NSKステアリングシステムズ株式会社内 Gunma (JP). 遠藤 修司 (ENDO, Shuji) [JP/JP]; 〒3710845 群馬県前橋市鳥羽町 7 8 番地 NSKステアリングシステムズ株式会社内 Gunma (JP).
(22) 国際出願日: 2004 年 12 月 21 日 (21.12.2004)
(25) 国際出願の言語: 日本語
(26) 国際公開の言語: 日本語
(30) 優先権データ: 特願2004-005067 2004 年 1 月 13 日 (13.01.2004) JP (74) 代理人: 安形 雄三 (AGATA, Yuzo); 〒1070052 東京都港区赤坂 2 丁目 1 3 番 5 号 Tokyo (JP).
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 日本精工株式会社 (NSK LTD.) [JP/JP]; 〒1418560 東京都品川区大崎 1 丁目 6 番 3 号 Tokyo (JP). NSKステアリングシステムズ株式会社 (NSK STEERING SYSTEMS CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1418560 東京都品川区大崎 1 丁目 6 番 3 号 Tokyo (JP). (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS,

[続葉有]

(54) Title: DEVICE FOR CONTROLLING MOTOR-DRIVEN POWER STEERING DEVICE

(54) 発明の名称: 電動パワーステアリング装置の制御装置



11... SPARK ADVANCE ELEMENT

13... LIMITED TO RANGE 0 TO 360 DEGREES

(57) Abstract: There is provided a control device for a motor-driven power steering device capable of reducing the torque ripple during motor rotation by a simple calculation so as to perform smooth and safe assist limit without lowering the steering feeling. The control device for the motor-driven power steering device employs the vector control method for applying the assist force by the motor to the steering system. A phase delay in accordance with an angular velocity is calculated. The phase delay is added to the electrical angle so as to calculate a corrected electrical angle. According to the corrected electrical angle, the current instruction value generation in the vector control is compensated.

(57) 要約: 簡易な演算でモータ回転時のトルクリップルを減少させることで、操舵フィーリングを低下させることなく、円滑で安全なアシスト制限を行い得る電動パワーステアリング装置の制御装置を提供する。そのため、モータによるアシスト力を操舵系に付与するようになっているベクトル制御方式の電動パワーステアリング装置の制御装置において、角速度に応じた位相遅れを求め、前記位相遅れを電気角に加算して修正電気角を算出し、前記修正電気角に基づいてベクトル制御における電流指令値生成の補償を行う。



WO 2005/069475 A1



LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA,
NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE,
SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US,
UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),
OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML,
MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護
が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA,
SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ,
BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE,
BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU,

2文字コード及び他の略語については、定期発行される
各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語
のガイダンスノート」を参照。

明 細 書

電動パワーステアリング装置の制御装置

5 技術分野

本発明は、自動車や車両の操舵系にモータによる操舵補助力を付与するようにしたベクトル制御方式の電動パワーステアリング装置の制御装置に関し、特にベクトル制御におけるモータ電流の遅れを進角で補償して性能を向上した電動パワーステアリング装置の制御装置に関する。

10

背景技術

自動車や車両のステアリング装置をモータの回転力で補助負荷付勢する電動パワーステアリング装置は、モータの駆動力を、減速機を介してギア又はベルト等の伝達機構により、ステアリングシャフト或いはラック軸に補助負荷付勢するようになっている。かかる従来の電動パワーステアリング装置は、アシストトルク（操舵補助トルク）を正確に発生させるため、モータ電流のフィードバック制御を行っている。フィードバック制御は、電流指令値とモータ電流検出値との差が小さくなるようにモータ印加電圧を調整するものであり、モータ印加電圧の調整は、一般的にPWM（パルス幅変調）制御のデューティ比の調整で行っている。

20

電動パワーステアリング装置のモータ現在位置を高速に応答させるものとして、例えば特開2003-189658（特許文献1）がある。特許文献1の制御装置は、指令 θ_{ref} を提供する指令発生器4と、負荷機械1と、トルク指令 T_{ref} に基づいて負荷機械1を駆動するモータ駆動装置2とを備え、前記モータ駆動装置2のモータ現在位置 θ_m に基づいてトルク指令 T_{ref} を提供する遅れ補償モータ制御装置であり、

25

モータ駆動装置 2 の状態を観測し、そのモータ現在位置 θ_m より遅れたモータ遅れ位置 θ_n を提供する観測装置 3 と、前記モータ遅れ位置 θ_n と前記トルク指令 T_{ref} とに基づいて推定モータ現在位置 $h\theta_m$ を提供する遅れ補償オブザーバ 6 と、前記指令 θ_{ref} と前記推定モータ現在位置 $h\theta_m$ とに基づいてトルク指令 T_{ref} を提供する第 1 制御装置 5 とを備えたものである。

特許文献 1 に記載の電動パワーステアリング装置は上述のように、遅れ位置 θ_n とトルク指令 T_{ref} を入力し、推定現在位置を出力する遅れオブザーバを設け、推定モータ現在位置 $h\theta_m$ がモータ現在位置 θ_m を推定するようにしている。

しかしながら、特許文献 1 に記載の装置では推定演算式が複雑であると共に、電動パワーステアリングでは慣性モーメント J_m を決定することが困難であるという問題がある。電動パワーステアリングでは、モータ→減速ギア→インタミ・ジョイント→ラック・ピニオン→…タイヤのように、多数の部品が駆動すべき対象となっており、それぞれの接続部分にはガタ（あそび）があるため、慣性モーメント J_m を求めることが非常に困難である。

また、本出願人による特許文献 2 では逆起電圧の遅れ補償を提案しているが、実モータの情報（位置、角速度、電圧、電流、逆起電圧など）と制御で使用している情報との遅れが、トルクリップル発生の大きな原因であるということを前提にしている。つまり、上記情報の遅れを補償すれば、トルクリップルが減少することになる。

本発明は上述のような事情よりなされたものであり、本発明の目的は、簡易な演算でモータ回転時のトルクリップルを減少させることで、操舵フィーリングを向上した円滑で安全なアシスト制限を行い得る電動パワーステアリング装置の制御装置を提供することにある。

発明の開示

本発明は、モータによるアシスト力を操舵系に付与するようになっているベクトル制御方式の電動パワーステアリング装置の制御装置に関し、

- 5 本発明の上記目的は、角速度に応じた位相遅れを求め、前記位相遅れを電気角に加算して修正電気角を算出し、前記修正電気角に基づいてベクトル制御における電流指令値生成の補償を行うことによって達成される。

- また、本発明の上記目的は、前記位相遅れが電流制御の応答遅れを含んでいることにより、或いは前記位相遅れをオフセット及びゲインの一次関数で求めることにより、或いは前記修正電気角が0～360度に制限されていることにより、より効果的に達成される。
- 10

- また、本発明の上記目的は、角速度に応じた第1位相遅れを求め、前記第1位相遅れを電気角に加算して第1修正電気角を算出し、前記第1修正電気角に基づいてベクトル制御における電流指令値生成の補償を行うと共に、前記角速度に応じた第2位相遅れを求め、前記第2位相遅れを電気角に加算して第2修正電気角を算出し、前記第2修正電気角に基づいてベクトル制御における逆起電圧の補償を行うことによって達成される。
- 15

- 更に、本発明の上記目的は、前記第1位相遅れ及び第2位相遅れがそれぞれ電流制御の応答遅れを含んでいることにより、或いは前記第1位相遅れ及び第2位相遅れをそれぞれオフセット及びゲインの一次関数で求めることにより、或いは前記第1修正電気角及び第2修正電気角がそれぞれ0～360度に制限されていることにより、より効果的に達成される。
- 20

図面の簡単な説明

第 1 図は、本発明の原理を示すブロック図である。

第 2 図は、本発明の進角制御の特性例を示す図である。

第 3 図は、本発明の構成例を示すブロック図である。

5 第 4 図は、電流応答の遅れの例を示す波形図である。

第 5 図は、電流指令の修正を説明するための図である。

第 6 図は、進角の例を示す特性図である。

第 7 図は、進角の例を示す特性図である。

第 8 図は、逆起電圧に対する進角制御を説明するための構成図である。

10 第 9 A 図及び第 9 B 図は、逆起電圧に対する進角制御を説明するための図である。

発明を実施するための最良の形態

モータによるアシスト力を操舵系に付与するようになっている電動パ
ワーステアリング装置の制御装置のベクトル制御では、理論的にトルク
15 リップルをなくす電流指令値を生成する必要がある。トルクリップルを
なくすためには、モータ電流に遅れがないことが条件であるが、サンプ
リング周期や電流制御の遅れにより、モータ電流は電流指令値より遅れ
ることになる。本発明では、その遅れを、電流指令値を生成するときに
20 使用する角度を進ませることにより補償する。

本発明では、上記遅れ量が、一定の遅れ量と角速度に比例することを
知見し、簡易な一次式 $y = a \cdot x + b$ で補償するようにしている。つま
り、本発明では遅れ量の補償対象を絞り（電流）、演算量に対する効果
が最大になるように簡易な一次関数を使用することが大きな特徴である。

25 以下に、本発明の実施例を、図面を参照して説明する。

第 1 図は本発明の原理構成を示しており、推定（若しくは検出）され

たモータ回転数（速度） ω を、進角制御部を構成する進角要素 1 1 で進角制御し、進角制御された回転数（速度） ω_a に加算部 1 2 で角度推定値 θ_e を加算し、制限部 1 3 で 0 ～ 3 6 0 度内に限定されると共に、進角制御された角度推定値 θ_{ea} を出力し、この角度推定値 θ_{ea} をベクトル演算に使用するようになっている。なお、制限部 1 3 は角度推定値 θ_{ea} を 0 ～ 3 6 0 度の範囲に限定する機能を有している。即ち、角度推定値 θ_e は 0 ～ 3 6 0 度の範囲に限定されるが、回転数（速度） ω_a が加算されると 3 6 0 度を超える数値になる場合があり、これを 0 ～ 3 6 0 度の範囲に戻すことを行う。例えば角度推定値 θ_e が“3 5 0”で、
 5 回転数（速度） ω_a が“2 0”であるとする加算値は“3 7 0”であるが、制限部 1 3 を通すことにより 3 7 0 − 3 6 0 = 1 0 の“1 0”とする。

進角要素 1 1 の構成は第 2 図に示すように、オフセット $O f f s e t$ にゲイン $G a i n$ を加算（又は減算）することにより得られる一次関数
 15 で出力するものである。つまり、進角要素 1 1 は下記（1）式の演算を行う。

$$\omega_a = \omega \times G a i n + s i g n(\omega) \cdot O f f s e t \quad \cdots (1)$$

20 このように回転数 ω を進角制御して角度推定値 θ_e に加算し、その加算結果を電流指令値の生成時に使用することによりモータ電流の遅れ量を補償でき、結果的にトルクリップルや動作ノイズを減少することができる。

第 3 図は本発明を適用した全体の構成例を示しており、電流指令 I_{ref} は制限部 1 に入力され、制限部 1 で上下値を制限された電流指令 I_{ref1} が I_d 計算部 2 及び I_q 計算部 3 に入力される。 I_d 計算部 2
 25

はベクトル制御における d 軸電流を計算する部分であり、d 軸電流はモータの磁力（トルク定数）を制御し、磁界を弱める弱め磁界制御を行って、高速回転での特性を改善するものである。また、I_q 計算部 3 はベクトル制御における q 軸電流を計算する部分であり、モータ 10 の入出力エネルギーの関係より q 軸電流を求めるようになっている。

I_d 計算部 2 からの d 軸電流 I_{dref} は I_q 計算部 3 に入力されると共に、d_q / a b c（2 相 / 3 相）変換部 4 に入力される。I_q 計算部 3 で計算された q 軸電流 I_{qref} も d_q / a b c 変換部 4 に入力され、d_q / a b c 変換部 4 からは変換された 3 相電流 I_aref, I_bref, I_cref が出力される。3 相電流 I_aref, I_bref, I_cref はそれぞれ減算器 S B 1, S B 2, S B 3 でモータ電流（I_m）I_a, I_b, I_c との差分が求められ、その差分がそれぞれ P I 制御部 101, 102, 103 で P I 制御され、P I 制御された電流がそれぞれ加算器 A D 1, A D 2, A D 3 で逆起電圧 E M F a, E M F b, E M F c と加算されて P W M 回路 5 に入力され、駆動回路 6 を介してモータ 10 が駆動制御されるようになっている。

3 相のモータ電流 I_a, I_b, I_c はそれぞれ前述した減算器 S B 1, S B 2, S B 3 にフィードバックされると共に、E M F（逆起電圧）計算部 7 及び推定部 100 に入力され、3 相のモータ電圧 V_a, V_b, V_c は E M F 計算部 7 及び推定部 100 に入力される。E M F 計算部 7 で計算された 3 相の逆起電圧 E_a, E_b, E_c は a b c / d_q（3 相 / 2 相）変換部 8 に入力され、2 相に変換された電圧 E_d 及び E_q が q 軸電流を計算する I_q 計算部 3 に入力される。推定部 100 には、モータ 10 のロータ位置を検出するホールセンサからのホール信号が入力されている。

また、推定部 100 で推定された回転数 ω は進角制御部 110 及び 1

20にされると共に、 I_q 計算部3にされる。進角制御部110は進角要素111及び加算器112で構成され、進角制御部120は進角要素121及び加算器122で構成されている。進角要素111で進角制御された角度 $\Delta\theta_1$ は加算器112にされ、進角要素121で進角制御された角度 $\Delta\theta_2$ は加算器122にされる。推定部100で推定された角度推定値 θ_e は進角制御部110の加算器112にされると共に、進角制御部120の加算器122にされ、進角制御部110で進角制御された角度推定値 θ_1 は $a b c / d q$ 変換部8にされると共に、 $d q / a b c$ 変換部4にされる。また、進角制御部120で進角制御された角度推定値 θ_2 はルックアップテーブル130にされ、ルックアップテーブル130は3相電圧 EMF_a 、 EMF_b 、 EMF_c を生成して加算器AD1、AD2、AD3にする。なお、進角制御部110及び120では角度の範囲を限定する限定部を省略している。

15 このような構成において、その動作を以下に説明する。

進角制御部120における逆起電圧の進角制御では、ルックアップテーブル130からの逆起電圧 EMF_a 、 EMF_b 、 EMF_c は電流制御のフィードフォワード制御に使用され、進角制御された角度 θ_2 は角度推定値 θ_e の遅れに基づく誤差を修正するために使用される。また、進角制御部110における電流指令の進角制御では、進角制御された角度 θ_1 はモータ電流 I_m の遅れを修正するために使用される。

推定部100で推定される角度推定値 θ_e は、モータモデル（例えば特願2003-101195）及びホール信号（例えば特願2003-101195）を用いたモータ電圧 V_a 、 V_b 、 V_c 及びモータ電流 I_a 、 I_b 、 I_c から推定される。そのため、角度推定値 θ_e には常に電圧や電流の測定及び信号処理（フィルタ、電圧や電流の読取、ホール信

号等)の遅れに基づく小量の誤差が存在する。そして、遅れはロータの回転速度の関数であり、速度が速ければ速いほど遅れが大きくなる。というのは、フィードフォワードのための逆起電圧 EMF_a , EMF_b , EMF_c は、ルックアップテーブル 130 から角度 θ_2 に基づいて読み出され、ルックアップテーブル 130 への入力を制御することにより遅れを修正することが容易である。

制御システムにおけるモータ電流の遅れはモータ 10 のインダクタンス L に起因し、それは速度 ω の関数となっている。第 4 図の波形図は電流応答の遅れの例を示しており、電流指令 I_{ref} は正から負に変化するが、モータ電流 I_m は電流指令 I_{ref} に高速に追従しない。つまり、 di_m/dt が十分な高速とはならない。1 相の場合のモータ式は、負荷抵抗を R 、モータ速度を ω_m として下記 (2) 式のようになる。

$$\begin{aligned} V_s &= I_m \cdot R + L \cdot di_m/dt + EMF \\ &= I_m \cdot R + L \cdot di_m/dt + K_e \cdot \omega_m \quad \dots (2) \end{aligned}$$

上記 (2) 式を di_m/dt について解くと、下記 (3) 式となる。

$$di_m/dt = \{V_s - I_m \cdot R - K_e \cdot \omega_m\} / L \quad \dots (3)$$

しかしながら、ロータ位置の関数では、 di_m/dt を次のように記述することができる。

$$\begin{aligned} di_m/dt &= di_m/d\theta \cdot d\theta/dt \\ &= di_m/d\theta \cdot \omega_m \quad \dots (4) \end{aligned}$$

上記（４）式より下記（５）式が成立つ。

$$\begin{aligned} d i m / d \theta &= d i m / d t \cdot 1 / \omega m \\ &= \{V s - I m \cdot R - K e \cdot \omega m\} / L \cdot \omega m \quad \cdots (5) \end{aligned}$$

5

上記（５）式は次のことを示している。即ち、インダクタンス L が大きければ $d i m / d \theta$ は小さく、遅れは小さい。そして、モータ速度 ωm が大きければ $d i m / d \theta$ は小さく、遅れは大きい。言い換えれば、電流の遅れはモータ 10 のインピーダンスに依存すると共に、速度 ω の

10 関数となっている。

モータ電流 $I m$ の遅れは、電流指令 $I r e f$ を予め角度 $\Delta \theta 1$ だけシフトすることにより減少若しくはキャンセルすることができる。というのは、本発明の制御システムでは、 $d q / a b c$ 変換部 4 からの電流指令 $I a r e f$, $I b r e f$, $I c r e f$ はルックアップテーブルを用いて計算されるので、上記遅れ誤差を修正することが容易である。第 3 図において、

15

$$\theta 1 = \theta e + \Delta \theta 1 \quad \cdots (6)$$

20

であり、角度 $\theta 1$ は電流指令 $I a r e f$, $I b r e f$, $I c r e f$ の計算に使用される（例えば特願 2002-345135）。また、 $I q$ 計算部 3 で計算出力される電流指令 $I q r e f$ は、下記（７）式で求められる。

25

$$\begin{aligned} I q r e f &= 2 / 3 \cdot T r e f \cdot (\omega m / E q) \\ &\quad - I d r e f \cdot (E d / E q) \quad \cdots (7) \end{aligned}$$

また、2相の dq を3相の abc に変換する詳細は（例えば特願2002-345135）に示されており、逆に3相の abc を2相の dq に変換する詳細は（例えば特願2002-345135）に示されている。

- 5 第5図は電流指令 I_{ref} の修正の様子を示しており、電流指令 I_{ref} は同一波形で角度（時間） $\Delta\theta_1$ だけシフトされている。モータ電流 I_m は修正された電流指令 I_{ref}' に対して遅れているが、元の電流指令 I_{ref} に対しては遅れていない。

進角 $\Delta\theta_2$ は第6図に示す特性であり、下記（8）式で表わされる。

- 10 $\Delta\theta_0$ はオフセットである。

$$\Delta\theta_2 = \Delta\theta_0 + K_2 \cdot \omega \quad \dots (8)$$

- 15 また、進角 $\Delta\theta_1$ は第7図に示す特性であり、下記（9）式で表わされる。

$$\Delta\theta_1 = \Delta\theta_0 + K_1 \cdot \omega \quad \dots (9)$$

- 20 進角制御部120及びブロックアップテーブル130による逆起電圧の補償は、本出願人による特願2003-163446に記述されている内容に則しているもので、以下にその概略を説明する。

- 25 逆起電圧（ EMF_a 、 EMF_b 、 EMF_c ）の生成は第8図に示すように逆起電圧算出回路21を用いて行うが、逆起電圧算出回路21は規格化逆起電圧算出回路21-1及び回転数補正回路21-2で構成されている。規格化逆起電圧算出回路21-1では、モータが1000rpmでの逆起電圧 EMF_{1000} を修正電気角 θ_2 に基づいて算出する。回

転数補正回路 21-2 では、逆起電圧は回転数に比例するので下記 (10) 式のように表わせる。例えばモータが 1100 rpm であれば、規格化逆起電圧算出回路 21-1 で算出した値に 1.1 倍すれば良いということである。

5

$$EMF_a, b, c = (\omega / 1000) \cdot EMF_{1000} \quad \dots (10)$$

ここで、規格化逆起電圧算出回路 21-1 について説明すると、電気角 θ によって発生する逆起電圧波形は、実際のモータの種類又は設計値
10 によって異なるため、規格化逆起電圧算出回路 21-1 は設計した実際のモータを使用して実測によって、1000 rpm での逆起電圧 EMF_{1000} を求めている。そして、進角制御部 120 から遅れのない修正電気角 θ_2 を逆起電圧算出回路 21 に入力すると、正確な逆起電圧 EMF_a , EMF_b , EMF_c が算出される。規格化逆起電圧算出回路 21-1
15 及び回転数補正回路 21-2 での修正電気角 θ_2 に対する逆起電圧 EMF_a , EMF_b , EMF_c の算出を予め行い、ルックアップテーブル化 (ルックアップテーブル 130) しておくことにより高速度な算出が可能である。

次に、逆起電圧補償の意味するところを第 9A 図及び第 9B 図を参照
20 して説明する。

第 9A 図は、逆起電圧算出回路で算出した遅れのある逆起電圧 EMF_1 と実際の逆起電圧との関係を示しており、第 9B 図は実際の逆起電圧とゲイン調整した逆起電圧 $K \cdot EMF$ との関係を示している。第 9B 図において、電流制御回路などによってトルクリップルを少なくすることが困難な部分は、楕円 A で囲まれた部分である。楕円 B で囲まれた部分は、電流制御回路によって逆起電圧の遅れを誤差、外乱として補償でき
25

る部分である。楕円Cで囲まれた部分も同じように電流制御回路で補償することができる。よって、ゲインを乗ずる場合、楕円Aで囲まれた部分で、実際の逆起電圧とゲインを乗じた逆起電圧 $K \cdot EMF_1$ が重なるように、ゲインを乗ずることが重要である。

5 以上のように本発明によれば、電流指令に対して簡易な一次関数で求めた進角を与えているので、モータ電流の遅れを正確に補償することができ、モータのトルクリップル及び動作ノイズを減少することができる。進角制御は簡易な一次関数 $y = a \cdot x + b$ で行うことができ、遅れの補償により操舵フィーリングを向上させることができる。

10 逆起電圧に対する補償を行うことによって、操舵フィーリングを一層高めることができる。つまり、モータの出力トルクリップルを小さくでき、ハンドル操作がスムーズで、騒音の少ない電動パワーステアリングを実現できる。

15 本発明によれば、実モータの情報と制御で使用している情報との遅れを進角制御で補償することにより、モータ電流 I_m を正確に制御することができるので、モータのトルクリップル及び動作ノイズを減少することができる。進角制御は簡易な一次関数で行うことができ、遅れの補償により操舵フィーリングを向上させることができる。

20 産業上の利用可能性

本発明によれば実モータの情報と制御で使用している情報との遅れを進角制御によって補償しているので、トルクリップルを減少することができ、自動車や車両の高性能電動パワーステアリングに適用可能である。

請 求 の 範 囲

1. モータによるアシスト力を操舵系に付与するようになっているベクトル制御方式の電動パワーステアリング装置の制御装置において、角速度に
5 度に応じた位相遅れを求め、前記位相遅れを電気角に加算して修正電気角を算出し、前記修正電気角に基づいてベクトル制御における電流指令値生成の補償を行うようになっていることを特徴とする電動パワーステアリング装置の制御装置。
- 10 2. 前記位相遅れが電流制御の応答遅れを含んでいる請求の範囲第1項に記載の電動パワーステアリング装置の制御装置。
3. 前記位相遅れをオフセット及びゲインの一次関数で求めるようになっている請求の範囲第1項に記載の電動パワーステアリング装置の制御
15 装置。
4. 前記修正電気角が0～360度に制限されている請求の範囲第1項又は第2項に記載の電動パワーステアリング装置の制御装置。
- 20 5. モータによるアシスト力を操舵系に付与するようになっているベクトル制御方式の電動パワーステアリング装置の制御装置において、角速度に応じた第1位相遅れを求め、前記第1位相遅れを電気角に加算して第1修正電気角を算出し、前記第1修正電気角に基づいてベクトル制御における電流指令値生成の補償を行うと共に、前記角速度に応じた第2
25 位相遅れを求め、前記第2位相遅れを電気角に加算して第2修正電気角を算出し、前記第2修正電気角に基づいてベクトル制御における逆起電

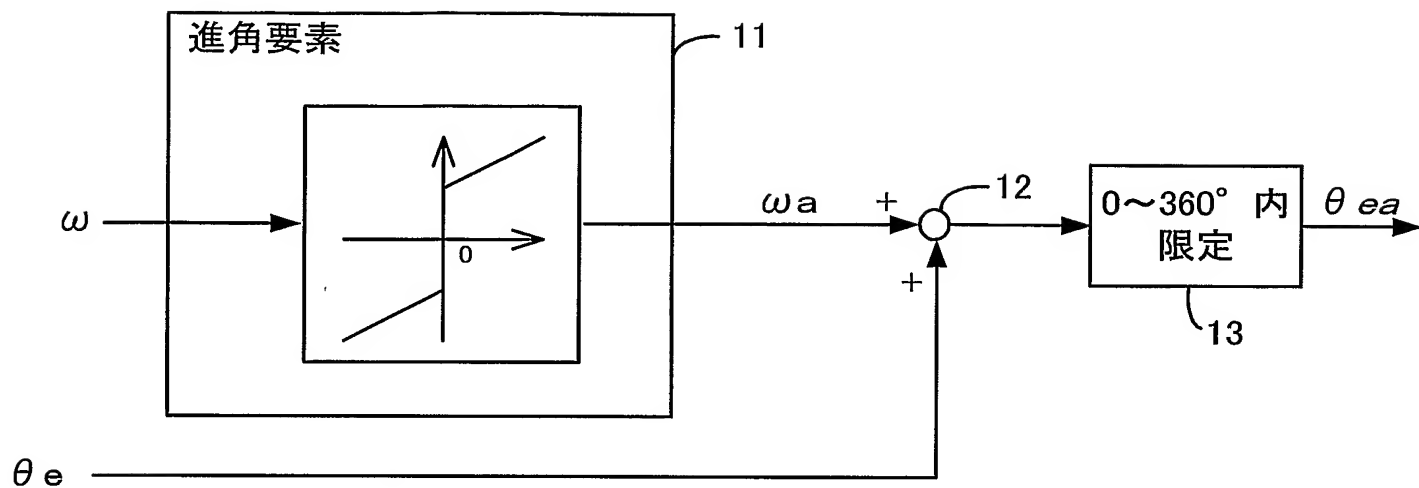
圧の補償を行うようになっていることを特徴とする電動パワーステアリング装置の制御装置。

6. 前記第1位相遅れ及び第2位相遅れがそれぞれ電流制御の応答遅れ
5 を含んでいる請求の範囲第5項に記載の電動パワーステアリング装置の
制御装置。

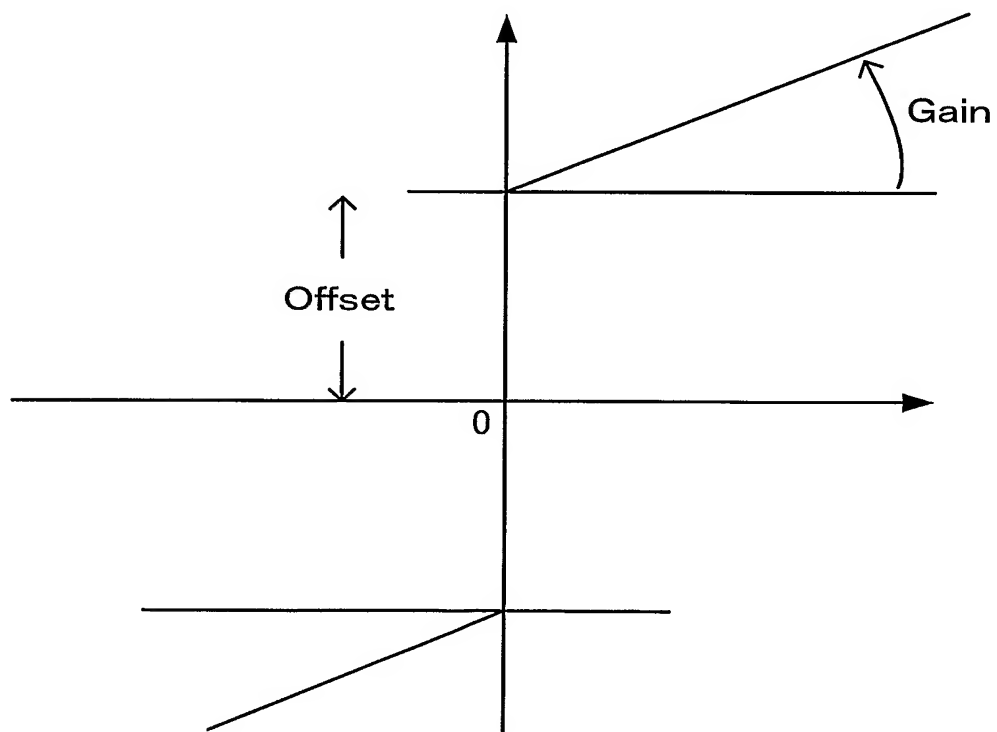
7. 前記第1位相遅れ及び第2位相遅れをそれぞれオフセット及びゲイ
ンの一次関数で求めるようになっている請求の範囲第5項に記載の電動
10 パワーステアリング装置の制御装置。

8. 前記第1修正電気角及び第2修正電気角がそれぞれ0～360度に
制限されている請求の範囲第5項又は第6項に記載の電動パワーステア
リング装置の制御装置。

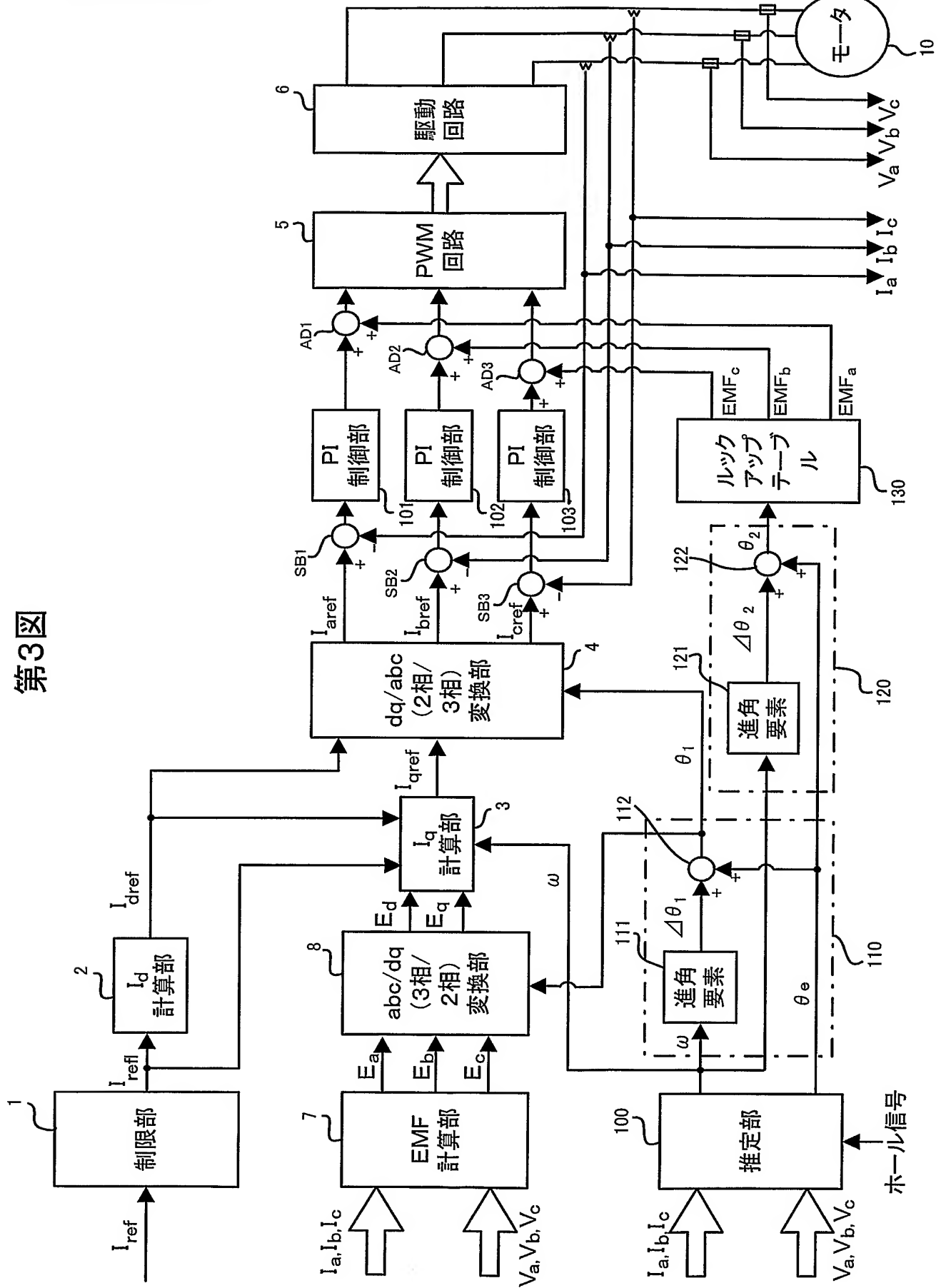
第1図



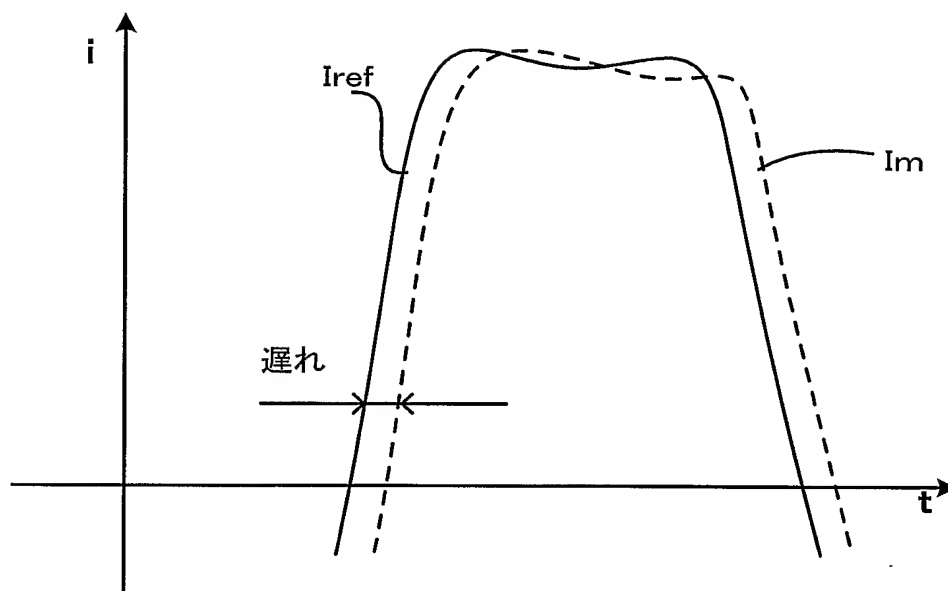
第2図



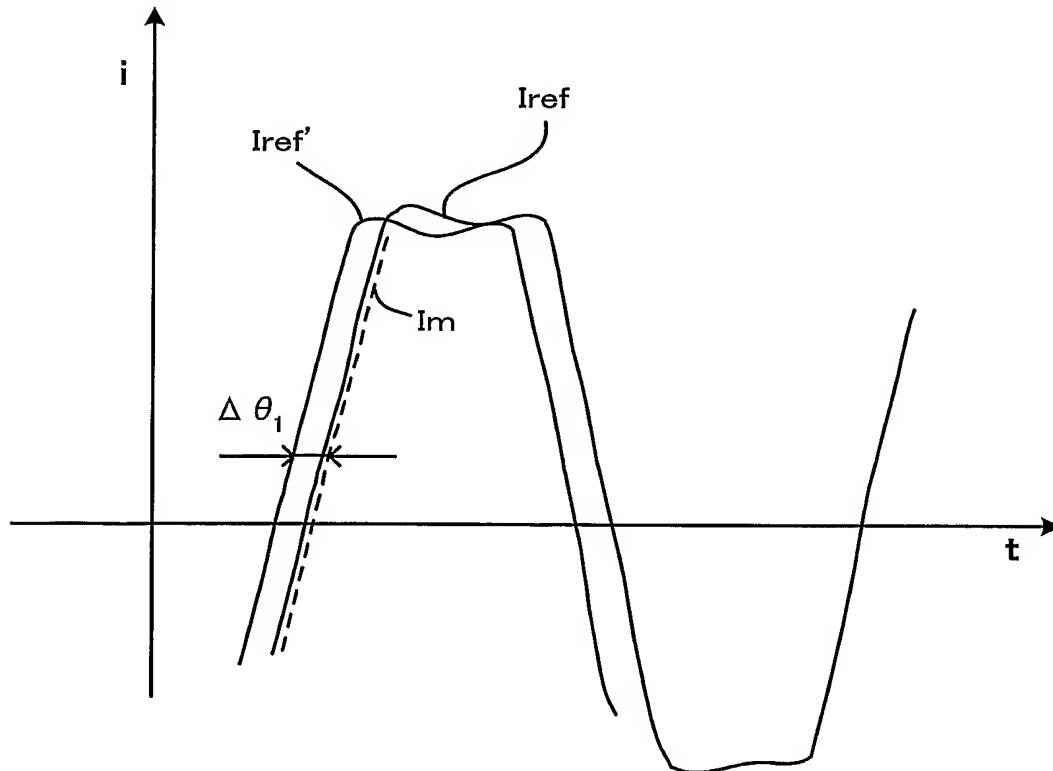
第3図



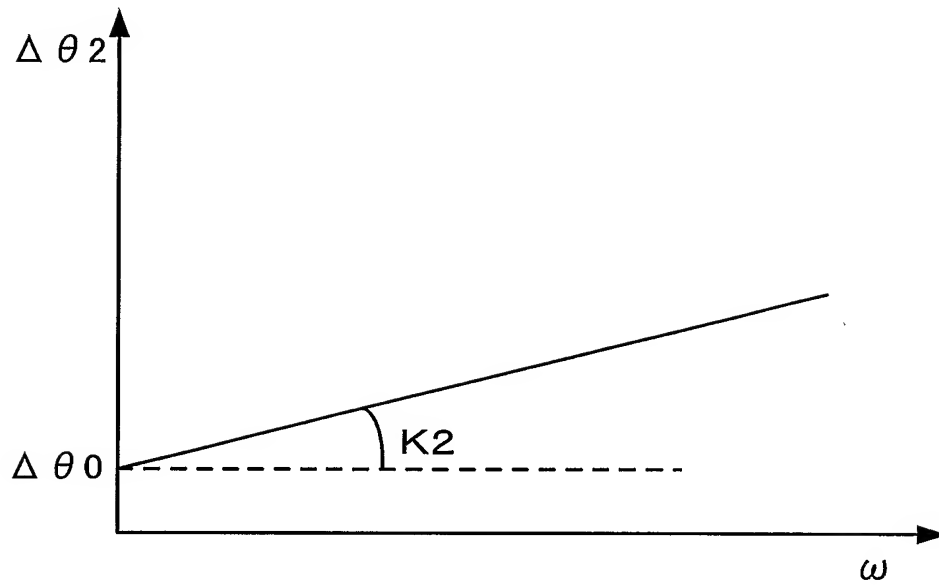
第4図



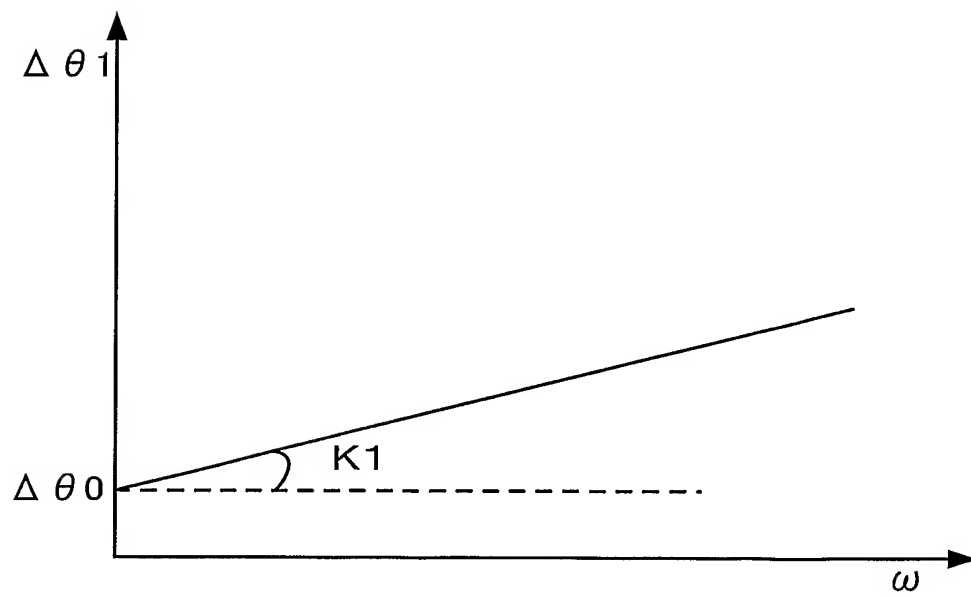
第5図



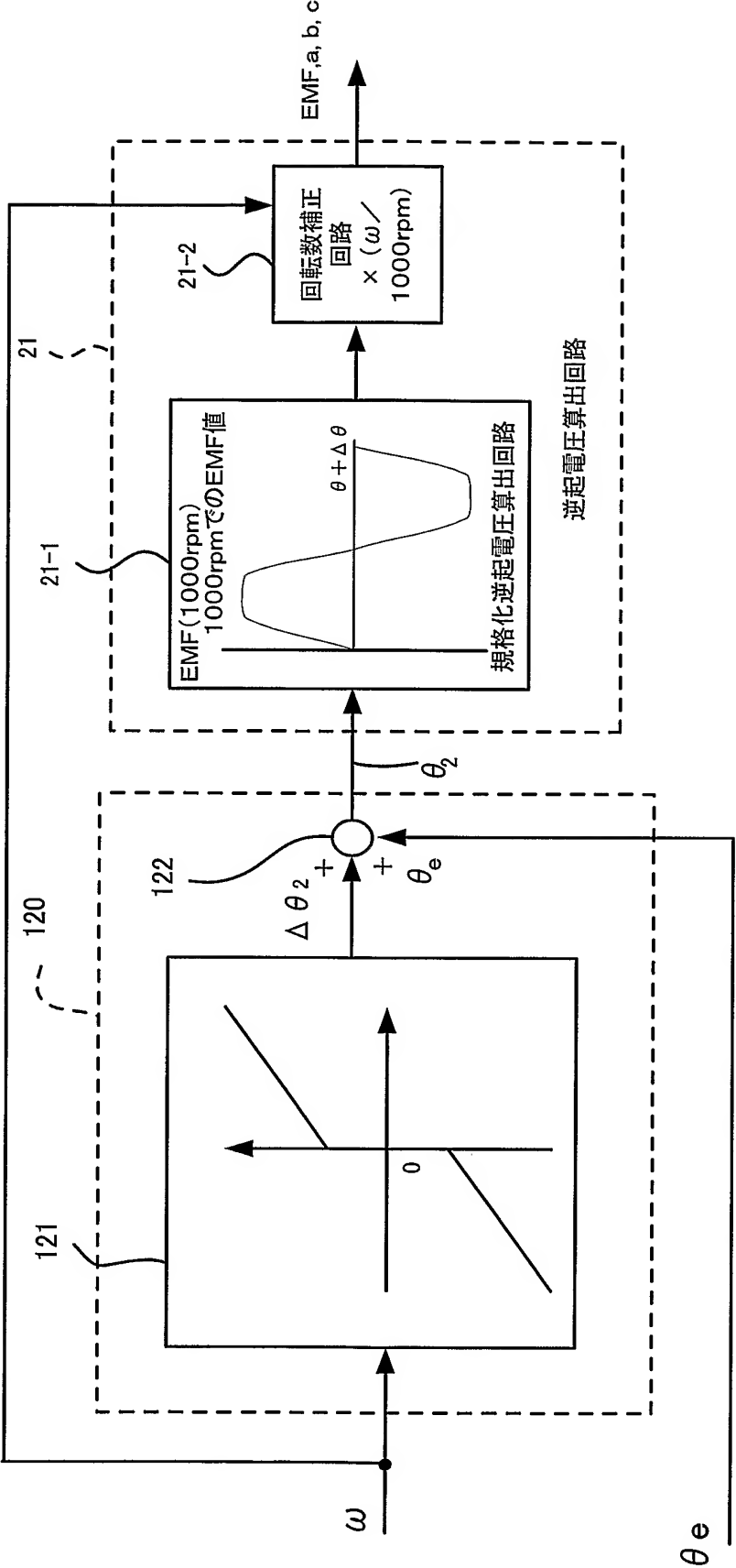
第6図



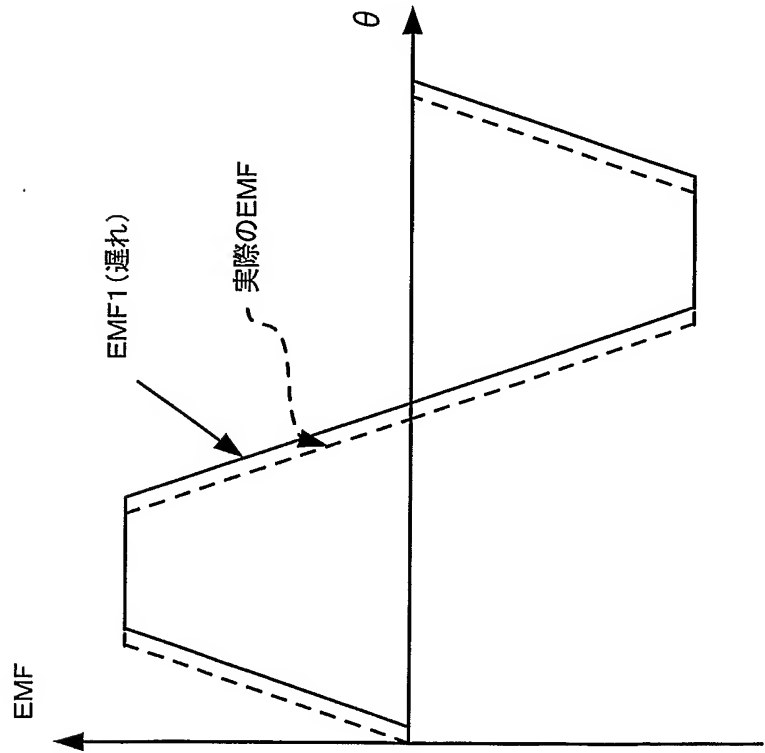
第7図



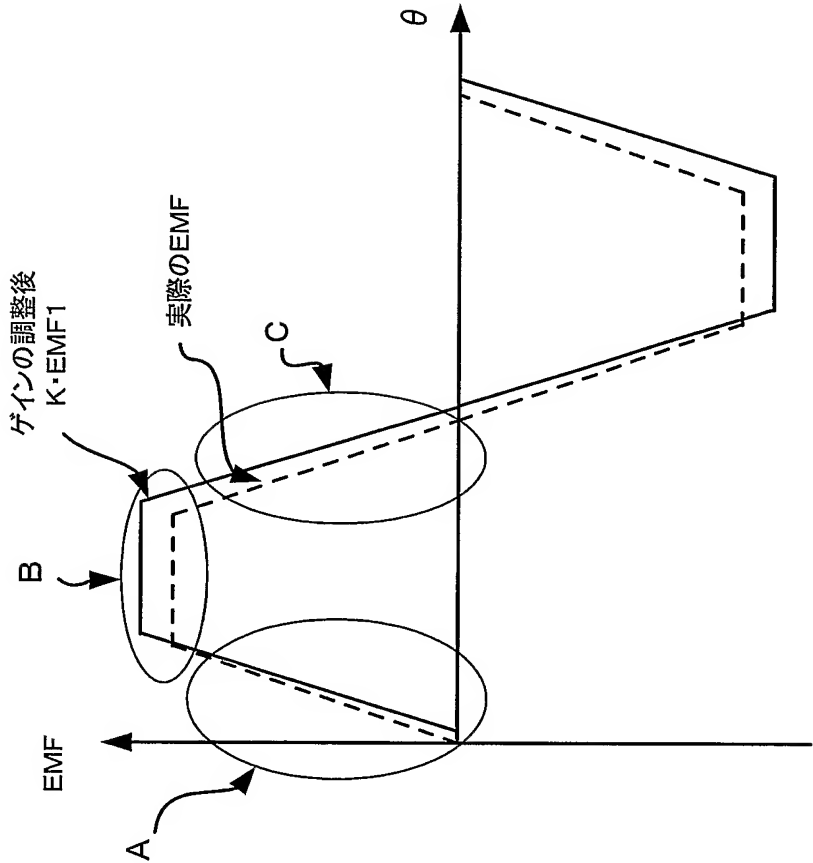
第8図



第9A図



第9B図



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/019661

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ H02P5/00, B62D6/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl⁷ H02P5/00, B62D6/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2005
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2005 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2005

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2003-304697 A (Koyo Seiko Co., Ltd.), 24 October, 2003 (24.10.03), (Family: none)	1-8
A	JP 2002-369569 A (NSK Ltd.), 20 December, 2002 (20.12.02), (Family: none)	1-8
Y	JP 3-215182 A (Meidensha Corp.), 20 September, 1991 (20.09.91), (Family: none)	1-8
Y	JP 2002-199776 A (Honda Motor Co., Ltd.), 12 July, 2002 (12.07.02), & US 2002/0113615 A1 & EP 1220439 A2	1-8

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
04 April, 2005 (04.04.05)

Date of mailing of the international search report
19 April, 2005 (19.04.05)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/019661

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>JP 2003-523703 A (Delphi Technologies, Inc.), 05 August, 2003 (05.08.03), & US 6373211 B1 & US 6465975 B1 & US 6498449 B1 & EP 1219010 A & EP 1219015 A & EP 1400009 A & WO 2001/020751 A2 & WO 2001/020761 A1 & WO 2001/020767 A1</p>	1-8

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.⁷ H02P5/00, B62D6/00

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl.⁷ H02P5/00, B62D6/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2005年
日本国実用新案登録公報	1996-2005年
日本国登録実用新案公報	1994-2005年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 2003-304697 A (光洋精工株式会社) 24. 10. 2003 (ファミリーなし)	1-8
A	JP 2002-369569 A (日本精工株式会社) 20. 12. 2002 (ファミリーなし)	1-8
Y	JP 3-215182 A (株式会社明電舎) 20. 09. 1991 (ファミリーなし)	1-8
Y	JP 2002-199776 A (本田技研工業株式会社) 12. 07. 2002 & US 2002/0113615 A1 EP 1220439 A2	1-8

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

04. 04. 2005

国際調査報告の発送日

19. 4. 2005

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

川端 修

3V

8718

電話番号 03-3581-1101 内線 3358

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	J P 2003-523703 A (デルファイ・テクノロジー ズ・インコーポレーテッド) 05. 08. 2003 & US 6373211 B1 & US 6465975 B1 & US 6498449 B1 & EP 1219010 A & EP 1219015 A & EP 1400009 A & WO 2001/020751 A2 & WO 2001/020761 A1 & WO 2001/020767 A1	1-8